

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-338487

(43)Date of publication of application : 07.12.2001

(51)Int.Cl.

G11C 11/14
G11C 11/15
H01L 43/08

(21)Application number : 2000-182154

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 16.06.2000

(72)Inventor : IMAE KAZUYOSHI
NAMIKATA RYOJI
MICHIJIMA MASASHI
HAYASHI HIDEKAZU

(30)Priority

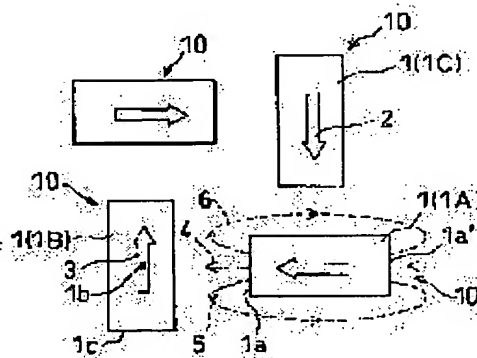
Priority number : 2000084778 Priority date : 24.03.2000 Priority country : JP

(54) MAGNETIC MEMORY AND METHOD FOR MANUFACTURING MAGNETIC MEMORY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a magnetic memory which can lessen the influence of diamagnetic fields and in which the magnetization state recorded in magnetic layers exist more stably than heretofore even if magnetic poles are generated at the ends of the magnetic layers and a method for manufacturing the same.

SOLUTION: MTJ elements 10 which have the ferromagnetic layers to be magnetized and oriented to one direction within the surface and use the directions of the magnetization of the ferromagnetic layers as information are disposed to an approximately grating form. The axial directions of the axes of easy magnetization of the ferromagnetic layers which are the memory layers 1 of the MTJ elements 10 are so set as to vary 90° with the axial direction of the axes of easy magnetization of the ferromagnetic layers which are the memory layers 1 of the MTJ elements 10 adjacent to each other.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-338487

(P2001-338487A)

(43) 公開日 平成13年12月7日 (2001.12.7)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト* (参考)
G 1 1 C 11/14		G 1 1 C 11/14	A
11/15		11/15	
H 0 1 L 43/08		H 0 1 L 43/08	Z

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2000-182154 (P2000-182154)	(71) 出願人	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(22) 出願日	平成12年6月16日 (2000.6.16)	(72) 発明者	今江 一義 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(31) 優先権主張番号	特願2000-84778 (P2000-84778)	(72) 発明者	南方 量二 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(32) 優先日	平成12年3月24日 (2000.3.24)	(74) 代理人	100080034 弁理士 原 謙三
(33) 優先権主張国	日本 (J P)		

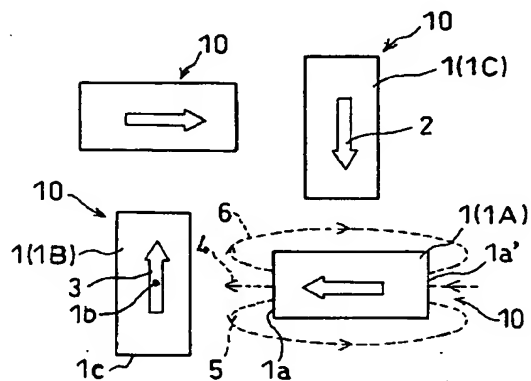
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気メモリ、磁気メモリの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 反磁界の影響を低減することができると共に、磁性層端部に磁極が発生しても、磁性層に記録された磁化状態が従来よりも安定に存在する磁気メモリおよびその製造方法を提供する。

【解決手段】 面内の一方に磁化配向する強磁性層を有し、該強磁性層の磁化の向きを情報として用いる M T J 素子 1 0 を略格子状に配し、M T J 素子 1 0 におけるメモリ層 1 となる強磁性層の磁化容易軸の軸方向が、隣合う M T J 素子 1 0 のメモリ層 1 となる強磁性層の磁化容易軸の軸方向に対して 9 0 度異なるように設定する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】面内の一方に磁化配向する磁性層を有し、該磁性層の磁化の向きを情報として用いる磁気メモリ素子が略格子状に配されてなる磁気メモリにおいて、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに異なることを特徴とする磁気メモリ。

【請求項 2】上記磁気メモリ素子の平面形状が長方形であり、その長手方向に磁化容易軸があることを特徴とする請求項 1 記載の磁気メモリ。

【請求項 3】各磁気メモリ素子の中心位置が直線状に並びように配されていることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の磁気メモリ。

【請求項 4】上記磁気メモリ素子が磁気トンネル接合素子であることを特徴とする請求項 1～3 の何れか 1 項に記載の磁気メモリ。

【請求項 5】基板上に斜面部が形成され、磁気メモリ素子が、上記斜面部上に形成され、かつ、上記斜面部の面方向と平行方向に磁化容易軸を有していることを特徴とする請求項 1 記載の磁気メモリ。

【請求項 6】磁気メモリ素子が配置される位置に、隣り合う位置で異なる方向に傾斜する斜面部をそれぞれ基板上に形成する工程と、

上記各斜面部に磁性層をそれぞれ成膜する工程と、各斜面部上の各磁性層を磁気メモリ素子の形状に加工する工程とを含むことを特徴とする磁気メモリの製造方法。

【請求項 7】磁気メモリ素子の形状に窓部を隣接方向に一個おきに設けた第 1 のマスクを形成する工程と、

第 1 のマスク上に第 1 の磁性層を磁界中で成膜する工程と、

第 1 のマスクをリフトオフして第 1 の磁性層を磁気メモリ素子形状に加工する工程と、

第 1 のマスクの窓部と異なる位置に、磁気メモリ素子の形状に窓部を隣接方向に一個おきに設けた第 2 のマスクを形成する工程と、

第 2 のマスク上に第 2 の磁性層を磁界中で成膜する工程と、

第 2 のマスクをリフトオフして第 2 の磁性層を磁気メモリ素子形状に加工する工程とを有し、

第 1 の磁性層と第 2 の磁性層とを互いに異なる方向の磁界中でそれぞれ成膜することを特徴とする磁気メモリの製造方法。

【請求項 8】磁気メモリ素子に対する各書き込み線が、磁気メモリ素子と重なる部分で互いに異なる方向に配線されていることを特徴とする請求項 1 記載の磁気メモリ。

【請求項 9】磁気メモリ素子に対する各書き込み線が、磁気メモリ素子と重なる部分において同一方向に配線されていることを特徴とする請求項 1 記載の磁気メモリ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、膜面内の一方に磁化配向する磁性層を有した磁気メモリ素子がマトリクス状に配されてなる磁気メモリおよびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、磁気トンネル接合 (MTJ) 素子は、従来の異方性磁気抵抗効果 (AMR) 素子や巨大磁気抵抗効果 (GMR) 素子に比べて大きな出力が得られることから、HDD 用再生ヘッドや磁気メモリへの応用が考えられている。

【0003】特に、磁気メモリは、半導体メモリと同じく稼働部の無い固体メモリであるが、①電源が断たれても情報を失わない、②繰り返し回数が無限回、③放射線が入射しても記録内容が消失する危険性が無い等、半導体メモリと比較して有利である。

【0004】MTJ 素子は、例えば、図 14 に示すように、反強磁性層 101、強磁性層 102、絶縁層 103、強磁性層 104 をこの順に積層した構造を有している。このような構造は、例えば、特開平 9-106514 号公報等に示されている。

【0005】上記反強磁性層 101 としては、例えば、FeMn、NiMn、MnPt、MnIr 等の合金が用いられる。また、強磁性層 102 および強磁性層 104 としては、Fe、Co、Ni あるいはこれらの合金が用いられる。絶縁層 103 としては、各種の酸化物や窒化物が検討されているが、Al₂O₃、膜の場合に最も高い磁気抵抗 (MR) 比が得られる。

【0006】その他にも、MTJ 素子として、反強磁性層 101 を除いた構成で、強磁性層 102 と強磁性層 104 との保磁力差を利用した MTJ 素子の提案もなされている。

【0007】次に、図 14 に示す構造を有する MTJ 素子 100 を磁気メモリに使用する場合の動作原理を、図 15 (a)、図 15 (b) および図 16 を参照して以下に説明する。

【0008】図 15 (a) に示すように強磁性層 102 および強磁性層 104 の磁化方向は何れも強磁性層 102 および強磁性層 104 の表面と平行であり、該強磁性層 102 および強磁性層 104 を蒸着により形成する際に磁界 H を加えることで、磁界 H の方向を磁化容易軸とする一軸性の磁気異方性が誘起され、各 MTJ 素子 100 の磁化容易軸、すなわち、各 MTJ 素子 100 の磁化方向は、印加磁界 H の方向に揃っている。

【0009】これにより、強磁性層 102 および強磁性層 104 の磁化は何れも強磁性層 102 および強磁性層 104 の面内にあり、平行、もしくは、反平行となるように、実効的な一軸磁気異方性を有している。そして、強磁性層 102 の磁化は、反強磁性層 101 との交換結合により、実質的に一方に固定されている。これによ

り、MTJ素子100は、上記強磁性層104の磁化の方向で記憶（情報）が保持されるようになっている。

【0010】上記の構造を有するMTJ素子100を用いた磁気メモリでは、メモリ層となる強磁性層104の磁化が平行もしくは反平行であり、MTJ素子100の抵抗が異なることを検出することにより、読出しを行う。一方、書込みは、図15(b)に示すように、MTJ素子100の近傍に配置した電流線106（ワード線・ビット線（電流供給線））に電流を流すことで発生する磁界Hを利用して強磁性層104の磁化の向きを変えることで実現される。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】上記構造のMTJ素子100では、強磁性層102および強磁性層104の磁化方向が、強磁性層102および強磁性層104の面内方向であるため、これら強磁性層102および強磁性層104の磁化方向両端部、例えば図16に示すように、強磁性層104の磁化方向である長手方向の両端部104a・104bには、磁極が発生する。

【0012】従って、図16に示すように、上記構造のMTJ素子100を複数、マトリクス状に配してなる磁気メモリにおいて、該磁気メモリの高密度化を図るには、MTJ素子100を微細化する必要があるが、MTJ素子100の微細化に伴い、上述した磁極による反磁界の影響が大きくなる。

【0013】この場合、強磁性層102は反強磁性層101と交換結合していることから、上記反磁界の影響は少ない。また、米国特許第5,841,692号に開示されているように、強磁性層102を、反強磁性結合する二つの強磁性層で構成することにより、強磁性層102端部に発生する磁極を実質的にゼロにすることができる。

【0014】しかしながら、メモリ層となる強磁性層104についてはこのような手法を取ることができない。このため、パターンが微細化するに連れて、強磁性層104の両端部104a・104bの磁極の影響により、磁化が不安定となり、記憶の保持が困難となる。

【0015】また、従来のMTJ素子100の配置では、図16に示すように、メモリ層となる強磁性層104の磁化が、隣合うMTJ素子100からの漏洩磁界により不安定になる問題がある。

【0016】例えば、図16において、右下のメモリ層（以下、説明の便宜上、メモリ層111aと記す）に着目すると、該メモリ層111aが、矢印112にて示すように、図中、左向きに磁化している場合、漏洩する磁界（以下、漏洩磁界113と記す）は破線矢印にて示すように生じる。

【0017】この時、上記メモリ層111aに対し、磁化容易軸方向と直交する磁化困難軸方向（図15中、上下方向）に隣合うMTJ素子100のメモリ層（以下、

説明の便宜上、メモリ層111bと記す；但し、図面の簡略化のため、図15中、上記メモリ層111aに対し、下方向に隣接するメモリ層は省略している）では、磁化の方向が、矢印114にて示すように、上記メモリ層111aの磁化の方向と同じ方向（この場合、左向き）になったときには、該メモリ層111bに流入する漏洩磁界113の向きは、メモリ層111aの磁化の方向と逆向きとなり、メモリ層111aの漏洩磁界113が、メモリ層111bの磁化を打ち消す方向に加わるため、磁化が不安定になる。

【0018】また、上記メモリ層111aに対し、磁化容易軸方向（図15中、左右方向）に隣合うMTJ素子100のメモリ層（以下、説明の便宜上、メモリ層111cと記す；但し、図面の簡略化のため、図15中、上記メモリ層111aに対し、右方向に隣接するメモリ層は省略している）では、磁化の方向が、矢印115にて示すように、上記メモリ層111aの磁化の方向と逆方向（この場合、右向き）になったときには、該メモリ層111cに流入する漏洩磁界113の向きが該メモリ層111cの磁化の方向と逆向きとなり、メモリ層111aの漏洩磁界113が、メモリ層111cの磁化を打ち消す方向に加わるため、磁化が不安定になる。

【0019】このように、複数のメモリ層（メモリ層111a・111b・111c…）がマトリクス構成された磁気メモリでは、各メモリ層が、隣合うメモリ層の磁化の向きにより、隣合うメモリ層から漏洩する磁界の影響を受け、磁化が不安定となっていた。

【0020】本発明は上記問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、反磁界の影響を低減することができると共に、磁性層端部に磁極が発生しても、磁性層に記録された磁化状態が従来よりも安定に存在する磁気メモリ、および上記磁気メモリを安定に製造できる磁気メモリの製造方法を提供することにある。

【0021】

【課題を解決するための手段】本発明に係る磁気メモリは、上記の課題を解決するために、面内の一方に磁化配向する磁性層を有し、該磁性層の磁化の向きを情報として用いる磁気メモリ素子が略格子状に配されてなる磁気メモリにおいて、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに異なることを特徴としている。

【0022】上記の構成によれば、上記磁気メモリ素子において、面内の一方に磁化配向している磁性層における磁化の向きが、隣合う磁気メモリ素子の磁性層における磁化の向きと異なるため、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界が、上記漏洩磁界が流入する側の磁気メモリ素子の磁性層の磁化を打ち消す方向に大きく作用することを抑制することができる。このため、上記漏洩磁界による反磁界の影響を低減し、上記磁性層に記録された磁化状態が従来よりも安定に存在する磁気メモリを提供することができる。

10

20

30

40

50

【0023】この場合、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに90度異なることで、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界が、上記漏洩磁界が流入する側の磁気メモリ素子の磁性層の磁化を打ち消す方向に作用せず、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界による反磁界の影響を無くし、上記磁性層に記録された磁化状態が極めて安定に存在する磁気メモリを提供することができる。

【0024】また、本発明に係る磁気メモリは、上記の課題を解決するために、上記磁気メモリ素子の平面形状が長方形であり、その長手方向に磁化容易軸があることを特徴としている。

【0025】磁性体が長方形の場合には、短手方向よりも長手方向に磁化して安定する傾向にある。このため、上記磁気メモリ素子の平面形状を長方形にすることで、複雑な構造を必要とすることなく、その長手方向を磁化容易軸とすることができ、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向を容易に異ならしめることができる。

【0026】また、上記の構成によれば、上記磁気メモリ素子の磁性層の磁極は、その長手方向端部（短辺部）に生じるので、磁極の面積が減少すると共に、磁極間の距離が長くなるので、反磁界の影響をより低減することができる。さらに、磁気メモリ素子の微細化に伴って形状効果も増加するので、より高い集積度の磁気メモリを実現することができる。

【0027】さらに、本発明に係る磁気メモリは、上記の課題を解決するために、各磁気メモリ素子の中心位置が直線状に並ぶように配されていることを特徴としている。

【0028】上記の構成によれば、各磁気メモリ素子の中心位置が直線状に並ぶように配されていることで、各磁気メモリ素子の磁性層における中心位置から離れた位置においても、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界のうち、磁化を弱める成分と、磁化を強める成分とのバランスをとることができ、上記漏洩磁界による反磁界の影響を低減することができる。

【0029】特に、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに90度異なる場合、上記磁気メモリ素子の平面形状が長方形であっても、各磁気メモリ素子の中心位置が直線状に並ぶように配置することで、各磁気メモリ素子の磁性層における中心位置から離れた位置、例えば長手方向端部（短辺部）においても、該磁性層に、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界のうち、磁化を弱める成分と、磁化を強める成分との量が等しくなり、上記漏洩磁界（反磁界）の影響を無くすことができる。

【0030】また、上記磁気メモリにおいては、上記磁気メモリ素子が磁気トンネル接合素子であることが好ましい。

【0031】磁気トンネル接合素子は、異方性磁気抵抗効果素子や巨大磁気抵抗効果素子に比べて大きな出力が得られ、低磁場において大きな抵抗変化（感度）を示す。従って、上記の構成によれば、異方性磁気抵抗効果素子や巨大磁気抵抗効果素子を用いた場合と比較して、低磁場で安定した記録を行うことができる磁気メモリを提供することができる。

【0032】上記磁気メモリでは、さらに、基板上に斜面部が形成され、磁気メモリ素子が、上記斜面部上に形成され、かつ、上記斜面部の面方向と平行方向に磁化容易軸を有していてもよい。

【0033】上記構成によれば、基板上に、溝部または凸部を形成することにより、斜面部を形成することができる、かつ、磁気メモリ素子の基板上での占有形状（投影面積形状）を、例えば正方形に設定することができる。

【0034】このとき、上記構成では、磁気メモリ素子を基板上において正方形に設定しても、斜面部では、長方形となるので、上記磁気メモリ素子に対し、磁化容易軸を容易に設定でき、また、磁気メモリ素子を基板上において正方形に設定できることにより、上記磁気メモリ素子を基板上に最密に配置でき、磁気メモリ素子の形成密度を向上できる。

【0035】本発明の磁気メモリの製造方法は、前記の課題を解決するために、上記斜面部を有する磁気メモリの製造方法であって、磁気メモリ素子が配置される位置に、隣り合う位置で異なる方向に傾斜する斜面部をそれぞれ基板上に形成する工程と、上記各斜面部に磁性層をそれぞれ成膜する工程と、各斜面部上の各磁性層を磁気メモリ素子の形状に加工する工程とを含むことを特徴としている。

【0036】上記方法によれば、磁気メモリ素子を基板上に最密に配置でき、磁気メモリ素子の形成密度を向上した磁気メモリを安定に製造することができる。

【0037】本発明の磁気メモリの他の製造方法は、前記の課題を解決するために、磁気メモリ素子の形状に窓部を隣接方向に一個おきに設けた第1のマスクを形成する工程と、第1のマスク上に第1の磁性層を磁界中で成膜する工程と、第1のマスクをリフトオフして第1の磁性層を磁気メモリ素子形状に加工する工程と、第1のマスクの窓部と異なる位置に、磁気メモリ素子の形状に窓部を隣接方向に一個おきに設けた第2のマスクを形成する工程と、第2のマスク上に第2の磁性層を磁界中で成膜する工程と、第2のマスクをリフトオフして第2の磁性層を磁気メモリ素子形状に加工する工程とを有し、第1の磁性層と第2の磁性層とを互いに異なる方向の磁界中でそれぞれ成膜することを特徴としている。

【0038】上記方法によれば、第1の磁性層と第2の磁性層とを互いに異なる方向の磁界中でそれぞれ成膜することにより、隣り合う各磁気メモリ素子の間での磁化

容易軸を互いに異なる設定することを安定化できるので、情報が記録された各磁気メモリ素子の磁化方向を安定化できる。

【0039】上記磁気メモリでは、磁気メモリ素子に対する各書き込み線が、磁気メモリ素子と重なる部分で互いに異なる方向に配線されていてもよい。

【0040】上記構成によれば、磁気メモリ素子に対し、情報を書き込む場合、上記磁気メモリ素子上にて交差する各書き込み線の双方に、書き込みのための電流をそれぞれ通電することにより、上記各書き込み線からの各磁界の合成磁界によって上記磁気メモリ素子に対し、上記合成磁界を上記各磁界より大きく設定できるので、情報を書き込むことができる。

【0041】また、上記構成では、磁気メモリ素子が略格子状に配られているので、磁気メモリ素子に対する各書き込み線を、略格子状に沿って、それぞれ直線状に設定できるので、上記各書き込み線を設定を容易化できる。

【0042】上記磁気メモリにおいては、磁気メモリ素子に対する各書き込み線が、磁気メモリ素子と重なる部分において同一方向に配線されていてもよい。

【0043】上記構成によれば、各書き込み線による合成磁界は、各書き込み線に通電される電流値の違いや、各書き込み線の配置とは無関係に一方に設定できるので、上記各書き込み線による情報の書き込みを安定化できる。

【0044】

【発明の実施の形態】本発明の実施の一形態について図1ないし図13に基づいて説明すれば、以下の通りである。以下の実施の形態では、面内の一方に磁化配向する磁性層を有し、磁化の向きを情報として用いる磁気メモリ素子として、磁気トンネル接合素子（以下、MTJ素子と記す）を用いた磁気メモリを例に挙げて説明するが、本発明は、磁性体の磁化方向の向きを情報として用いる磁気メモリ分野（固体磁気メモリ）で広く応用できるものであり、以下の説明にのみ限定されるものではない。

【0045】本実施の形態に係る磁気メモリは、図1～3に示すように、同一の水平平面内に所定の間隔で平行に配された導電線からなるワード線7…（第1の電流供給線；図2および図3参照）と、他の水平平面内に所定の間隔で平行に配された導電線からなるビット線8…

（第2の電流供給線；図2および図3参照）と、ワード線7…とビット線8…との各交差点に配され、これにより、略格子状（マトリクス状）に配列された、複数のMTJ素子10…とを備えている。尚、図面の簡略化のため、これらワード線7、およびビット線8、およびMTJ素子10は、実際より少なく記載されている。

【0046】上記ワード線7およびビット線8は、MTJ素子10の上下に形成された図示しない上部電極、下

部電極にそれぞれ接続され、行方向、列方向のMTJ素子10…をそれぞれ制御するようになっている。

【0047】上記MTJ素子10は、非磁性層を介して積層された2層以上の強磁性層（磁性層）を備え、該強磁性体の磁化方向の差を情報として記録すると共に、上記した磁化方向の差を電気抵抗値として読み出すようになっている。

【0048】該MTJ素子10は、図4に示すように、例えば、反強磁性層11、強磁性層12、絶縁層13、強磁性層14がこの順に積層された構造を有している。上記絶縁層13は、強磁性層12と強磁性層14との間の交換結合を遮断する機能を有するものである。該MTJ素子10の基本構造（積層構造）は、従来のMTJ素子、例えば前記図14に示したMTJ素子100と同じであるため、その詳細についてはここでは省略するものとする。

【0049】本実施の形態において、上記MTJ素子10の平面形状、即ち、メモリ層（以下、説明の便宜上、メモリ層1と記す）となる強磁性層14の平面形状は矩形（長方形）であり、該メモリ層1は、図1において例えば矢印2にて示すように、メモリ層1の長手方向を磁化容易軸として、それぞれ、メモリ層1の面内の一方に磁化配向している。これは磁性体の形状効果と呼ばれるものであり、磁性体が長方形の場合には、短手方向よりも長手方向に磁化して安定する効果を利用している。このような形状効果は、磁性体の長辺と短辺との比が大きくなるほど強くなる傾向にある。このため、メモリ層1は、できるだけ細長い形状にすることが望ましい。

【0050】従来、MTJ素子における強磁性層には、該強磁性層となる薄膜を蒸着する際に磁界を加えておくことで磁界の方向を磁化容易軸とするような一軸性の磁気異方性が誘起されており、このため、磁気メモリを構成するマトリクス状に配された各MTJ素子の磁化容易軸は、印加した磁界方向に一樣に揃っていた。

【0051】しかしながら、本実施の形態では、磁気メモリを構成する際に、互いに隣合うMTJ素子10・10を互いに90度回転させて配列し、MTJ素子10…を、互いに隣合うMTJ素子10・10の長手方向側面と短手方向側面とが互に対向するようにマトリクス状に配列することで、磁気メモリを構成するマトリクス状に配された各MTJ素子10の磁化容易軸の軸方向が、隣合うMTJ素子10のメモリ層1の磁化容易軸の軸方向と90度異なるように設定している。

【0052】このため、従来の磁気メモリでは、漏洩磁界が、隣合うMTJ素子のメモリ層の磁化を打ち消す方向に加わる場合が生じたが、本実施の形態に係る磁気メモリでは、図1に示すように、例えば右下のメモリ層1（以下、説明の便宜上、メモリ層1Aと記す）に着目すると、破線矢印4にて示す、メモリ層1Aの一方の端部

(短辺部 1a) からの漏洩磁界の向きと、矢印 2 あるいは矢印 3 にて示す、該メモリ層 1A と隣合う MTJ 素子 10 のメモリ層 1 (以下、説明の便宜上、ワード線 7 (例えば図 2 参照) に沿って該メモリ層 1A と隣合う MTJ 素子 10 のメモリ層 1 をメモリ層 1B、ビット線 8 (例えば図 2 参照) に沿って該メモリ層 1A と隣合う MTJ 素子 10 のメモリ層 1 をメモリ層 1C と記す) の磁化の方向とは向きが 90 度異なるため、上記漏洩磁界は、上記メモリ層 1A と隣合うメモリ層 1B・1C の磁化を打ち消す方向に作用しない。

【0053】また、より好ましい配置として、MTJ 素子 10…のメモリ層 1…の中心位置が直線状に並ぶように配置すれば、メモリ層 1、例えばメモリ層 1B の、中心位置 1b から離れた位置、例えば短辺部 1c では、矢印 3 で示す該メモリ層 1B の磁化方向と、破線矢印 5 にて示す、メモリ層 1A の短辺部 1a からの漏洩磁界の向きとのなす角度が 90 度より小さくなり、上記メモリ層 1A の短辺部 1a からの漏洩磁界 (反磁界) の影響が出てくるが、メモリ層 1B に流入する、矢印 4・5・6 で示される漏洩磁界のうち、矢印 5 にて示す、磁化を弱める成分と、矢印 6 にて示す、磁化を強める成分との量が等しくなり、上記漏洩磁界 (反磁界) の影響を無くすることができる。

【0054】また、上述した形状効果を利用して磁化容易軸を形成すると、メモリ層 1 の磁極、例えばメモリ層 1A の磁極は短辺部 1a・1a' に生じるので、磁極の面積が減少すると共に、磁極間の距離が長くなるので、これによっても反磁界の影響を小さくすることができる。

【0055】次に、本実施の形態において、互いに隣合う MTJ 素子 10・10 のメモリ層 1・1 の磁化容易軸の軸方向、即ち、磁化方向を、90 度異なるように設定する方法について、図 2 を参照して以下に説明する。

【0056】図 2 に示す方法では、MTJ 素子 10 の強磁性層 12・14 (図 4 参照) となる磁性体材料を成膜する際に、外部から、矢印 21 にて示す磁界を印加し、該磁性体材料からなる強磁性薄膜を、得られる MTJ 素子 10 の形状に対して 45 度傾けて磁化する。

【0057】続いて、このようにして作製した強磁性薄膜を MTJ 素子 10 に加工する際に、該強磁性薄膜を、個々の MTJ 素子 10…が、その平面形状が矩形で、かつ、互いに隣合う MTJ 素子 10・10 が、ワード線 7 およびビット線 8 に沿って、互いに 90 度回転するように作製されたマスクを用いて加工する。

【0058】加工後、個々の MTJ 素子 10 の磁化容易軸は、MTJ 素子 10 の形状に対して、45 度傾いた状態から、それぞれの長手方向へ最短距離で回転し、安定状態となる。

【0059】図 2 に示す磁気メモリにおいては、個々の MTJ 素子 10 の磁化の方向、例えば個々の MTJ 素子

10 のメモリ層 1 における磁化の方向は、図 2 中、ワード線 7 と平行な右向き矢印 22…およびビット線 8 と平行な上向き矢印 23…にて示すように、MTJ 素子 10 の長手方向に沿って上向きと右向きとに分かれ、互いに隣合う MTJ 素子 10・10 で、互いに 90 度異なる方向に磁化容易軸が設定されている。

【0060】次に、上記磁気メモリに情報を記録する方法について、図 3 を参照して以下に説明する。上記構成の磁気メモリに情報を記録する場合には、ワード線 7 およびビット線 8 に電流を流すことで発生する合成磁界を利用する。該合成磁界は、MTJ 素子 10 の形状に対して 45 度傾いた方向に生じるが、この方向が、MTJ 素子 10 の強磁性層 12・14 (図 4 参照) 成膜時の磁界の向きとは逆向きとなるように電流を設定すれば、上記 MTJ 素子 10 の磁化の向きを反転することができる。

【0061】例えば、磁気メモリの形成に際し、図 2 に示す方法を採用した場合には、図 3 中、矢印 31 にて示すように、図 2 において矢印 21 にて示した磁界の向きとは逆向きの磁界が生じるように電流を設定すれば、図 3 中、矢印 32 にて示すように、上記 MTJ 素子 10 の磁化の向きを層の平面内で反転させることができる。

【0062】情報の記録 (書き込み) は、このように、ワード線 7 およびビット線 8 の両方に電流を流すことにより、その交点で結合された、電流の大きさ並びに方向に応じた合成磁界により、メモリ層 1 (強磁性層 14) に励起された磁化を、磁化容易軸に沿って回転させることにより実現される。

【0063】本実施の形態に係る磁気メモリへの情報の記録は、従来の磁気メモリと同様であり、個々の MTJ 素子 10 は、従来の MTJ 素子同様、強磁性層 12 および強磁性層 14 の磁化の方向が何れも強磁性層 12 および強磁性層 14 の面内方向に沿ってあり、互いに、平行、もしくは、反平行となるように、実効的な一軸磁気異方性を有している。また、強磁性層 12 の磁化は、反強磁性層 11 との交換結合により、実質的に一方向に固定されている。これにより、MTJ 素子 10 は、従来同様、上記強磁性層 14 の磁化の方向で記憶 (情報) が保持されるようになっている。

【0064】従って、上記の構造を有する MTJ 素子 10 を用いた磁気メモリでも、メモリ層となる強磁性層 14 の磁化の方向が、強磁性層 12 の磁化方向に対し平行もしくは反平行であり、MTJ 素子 10 の抵抗が、上記の平行あるいは反平行とで互いに異なることを検出することにより、上記記憶の読出しを行う。

【0065】つまり、上記 MTJ 素子 10 でも、非磁性体である絶縁層 13 を介して積層された強磁性層 14 の磁化を強磁性層 12 の磁化と平行または反平行とすることにより、強磁性層 12 と強磁性層 14 との磁化方向の差を情報として記憶すると共に、この磁化方向の差を電気抵抗値 (磁気抵抗) として読み出すようになっている。

る。この抵抗値は、これら強磁性層 12 と強磁性層 14 との磁化方向が同一方向であるときに最小となり、逆方向であるときに最大となる。従って、このようにして測定した抵抗値を所定の比較用の基準抵抗値と比較することによって、情報の読出しを行なうことができる。

【0066】 以上のように、上記の実施の形態では、面内の一方に磁化配向する磁性層として強磁性層 12・14 を有し、該強磁性層 12・14 の磁化の向きを情報として用いる MTJ 素子 10 がマトリクス状に配されており、隣合う MTJ 素子 10 の磁化容易軸の軸方向が互いに 90 度異なる磁気メモリについて説明したが、本発明は磁性体からなる磁性層の磁化の向きを情報として用いる磁気メモリ分野で広く応用できるものであり、上記説明にのみ限定されるものではない。

【0067】 例えば、磁気メモリ素子として、上記 MTJ 素子 10 以外に、該 MTJ 素子 10 から反強磁性層を除いた構成を有する MTJ 素子を用いてもよいし、MTJ 素子以外に、異方性磁気抵抗効果 (AMR) 素子や巨大磁気抵抗効果 (GMR) 素子等、面内の一方に磁化配向する磁性層を有し、該磁性層の磁化の向きを情報として用いる従来公知の種々の磁気メモリ素子を用いることができる。

【0068】 また、上記各メモリ層 1 をストライプ状に、複数、分割することも可能であり、この場合、形状異方性をより強調することができる。

【0069】 さらに、本発明に係る磁気メモリにおいて、隣合う磁気メモリ素子の磁性層 (例えば強磁性層 12・14) の磁化容易軸の軸方向を異ならせる手段として、前記した形状効果を利用する方法以外に、斜め蒸着により磁性層を形成 (成膜) することにより磁性層に一軸性の磁気異方性を付与し、これにより、隣合う磁気メモリ素子の磁性層の磁化容易軸の軸方向を異ならせることも可能である。つまり、この場合、隣合う磁気メモリ素子同士で磁性層の蒸着方向を異ならしめればよい。また、この場合、磁気メモリ素子の平面形状は矩形に限定されず、例えば正形状とすることができる。

【0070】 つまり、上記の実施の形態では、上記磁気メモリの製造方法として、(1) 磁性層形成時に、外部から、磁界を、得られる磁気メモリ素子に対して、その面内方向に所定の角度で印加する工程と、(2) 個々の磁気メモリ素子を長形状にすると共に隣合う磁気メモリ素子が互いに 90 度回転するように作製されたマスクを用いて、磁気メモリ素子を形成する工程とを含む方法以外に、例えば、以下の工程、(1) 磁性層を斜め蒸着により形成することで一軸異方性を有する磁性層を備えた磁気メモリ素子を形成する工程と、(2) 上記工程により一軸異方性が付与された磁性層の磁化容易軸の軸方向が、隣合う磁気メモリ素子の磁性層の磁化容易軸の軸方向と異なる方向を向くように上記磁気メモリ素子を配列する工程とを含む方法によっても、上記磁気メモリを容易に製

造することができる。

【0071】 また、上記の実施の形態では、構成が簡素であり、かつ、高い効果を得ることができる磁気メモリの構成として、第 1 の電流供給線および第 2 の電流供給線に沿って磁気メモリ素子がマトリクス状に配され、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに 90 度異なる構成について説明したが、磁気メモリ素子の配置並びにその磁化容易軸の軸方向はこれに限定されるものではない。

10 【0072】 個々の磁気メモリ素子は、交差する第 1 の電流供給線と第 2 の電流供給線とに対して所定の角度に向けて形成することができる。また、第 1 の電流供給線と第 2 の電流供給線とは、任意の角度、例えば、45 度の角度で交差することもできる。隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向は、90 度異なることが好ましいが、必ずしも 90 度に限定されるものではない。

20 【0073】 隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向を互いに異ならしめ、各磁気メモリ素子の磁性層における磁化方向を、隣合う磁気メモリ素子の磁性層における磁化方向と異ならしめることで、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界が、上記漏洩磁界が流入する側の磁気メモリ素子の磁性層の磁化を打ち消す方向に大きく作用することを抑制することができる。このため、上記漏洩磁界による反磁界の影響を低減し、上記磁性層に記録された磁化状態が従来よりも安定に存在する磁気メモリを提供することができる。

30 【0074】 この場合、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに 90 度異なることで、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界が、上記漏洩磁界が流入する側の磁気メモリ素子の磁性層の磁化を打ち消す方向に作用せず、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界による反磁界の影響を無くし、上記磁性層に記録された磁化状態が極めて安定に存在する磁気メモリを提供することができる。

40 【0075】 以上のように、本発明に係る磁気メモリは、磁気メモリ素子端部の磁極の影響を低減できることから、漏洩磁化の影響を低減あるいは無くし、安定した磁化状態を保持することができる。また、形状効果を利用することで、複雑な構造を必要とすることなく、隣合う磁気メモリ素子の磁性層の磁化容易軸の軸方向を異ならせることができ、また磁気メモリ素子の微細化に伴って形状効果も増加するので、より高い集積度の磁気メモリを実現することができる。

50 【0076】 前述した、隣り合う各 MTJ 素子 10 の各磁化容易軸が 90 度と異なる場合の具体例を以下に示す。上記各磁化容易軸が交差する角度を、図 5 に示すように、例えば、45 度に設定してもよい。上記角度は、90 度のときに効果が最大となるが、隣接する MTJ 素子 10 からの漏洩磁界 15 と MTJ 素子 10 の磁化の方向との間に角度差を設定することで、上記漏洩磁界 15

が隣り合う各MTJ素子10への悪影響つまり隣り合う各MTJ素子10に対する磁化方向の不安定化を、ある程度、緩和することが可能である。

【0077】次に、上記のMTJ素子（磁気メモリ素子）10の平面形状（投影面積形状）を、例えば正方形形状とした場合に、各磁気メモリに対し異方性を付与する手法として、斜め蒸着とマスクを用いる手法についてそれぞれ説明する。

【0078】まず、斜め蒸着による異方性の付与について説明すると、図6および図7に示すように、マトリクス状に配置された各MTJ素子10を形成する領域において、基板9の表面に対し、略V字状の溝24を、溝24の基板表面での開口の形状を正方形となるように各MTJ素子10の位置に対応してそれぞれ形成する。

【0079】よって、上記溝24には、略長方形形状の一对の各斜面部24aが溝24の底部24bにて隣り合うように形成されることになる。その上、隣り合う上記各溝24は、それらの斜面部24aの長手方向の交差する角度に差、例えば上記角度差を90度となるように、それぞれ設定されている。

【0080】このように加工した基板9に対し、前述と同様に磁界を印加しながら、磁性体を蒸着すると、V字状の溝24の各斜面部24aの長手方向と平行方向に異方性を各斜面部24aの磁性体に対し付与することができる。

【0081】なお、V字状の溝24は、1つのMTJ素子10に対し複数設けてもよいし、図7(b)に示すように、上記の溝24に代えて、逆に凸状部25に設定してもよい。また、溝24の形状はV字状に代えて、片斜面形状でもよい。

【0082】上記磁性体の成膜方法は、各斜面部24aに向かって磁性体の蒸発原子30を飛来させるような手法であればよく、蒸着法以外にスパッタリング法であってもよい。本方法によれば、基板9に各斜面部24aを形成する工程が必要となるが、1回の成膜で異なる異方性を同時に得ることができる。

【0083】次に、マスクを用いた異方性の付与方法について図8および図9に基づいて説明すると、まず、上記付与方法では、各MTJ素子10の配置形状に対応したマスクを用いて、上記磁気メモリの形状に窓開けしたレジストパターン44を基板9上に形成した〔図9

(a)参照〕後、磁界を矢印42の方向〔図8(a)参照〕に印加しながら磁性体を上記レジストパターン44上および窓開け部の基板9上に成膜して強磁性層40を形成し〔図9(b)参照〕、続いて、上記レジストパターン44をリフトオフすることで、MTJ素子10領域に対応する、窓開け部の基板9上に残った強磁性層40を、前述の強磁性層14として形成する。

【0084】この工程を隣接するMTJ素子10領域に分けて、互いに異なる位置に強磁性層40と、強磁性層

41とを形成するように2回繰り返す、そのとき、それぞれの蒸着する際の磁界の印加方向を矢印42と、その矢印42と直交する方向の矢印43というように互いに変えて、異方性を有する、強磁性層40である強磁性層14と、強磁性層41である強磁性層14とを交互に隣り合うように略格子状に配置された各MTJ素子10として備えた磁気メモリを得る。

【0085】図8(a)と図8(b)にマスクを2回に分けるときの素子の窓開け部分を示す。また、図8(b)のB-B'矢視断面図でのプロセスを図9(a)～図9(f)に示す。

【0086】本方法によれば、磁化容易軸を異なる方向に確実に付与できると共に、平坦な基板9上に各MTJ素子10を形成できるので、上記各MTJ素子10から情報を読みだしたり、上記各MTJ素子10に情報を書き込んだりするための各配線が容易になる。

【0087】次に、本発明の磁気メモリに対する、他の配線方法と、他の記録方法について説明すると、従来の磁気メモリと同様に、本発明の磁気メモリにおいても、導体に電流を流すことで生じる磁界を用いることにより、情報を記録できる。つまり、ビット線8またはワード線7に電流を流し、強磁性層14（メモリ層1）の保磁力を超える磁界を上記強磁性層14に対し発生して、電流方向と直交する方向で、上記強磁性層14の磁化の向きを変える。実際には、各MTJ素子10をマトリクス状に配置するため、各MTJ素子10上で直交するビット線8とワード線7とにより発生する合成磁界を用いて、電流方向と対して傾いた方向で磁化の向きを変える。

【0088】具体的には、図10(a)に示すように、MTJ素子10を挟んでビット線8とワード線7とが上下に離間した状態で交差している。そして、ビット線8あるいはワード線7は、何れか一方がMTJ素子10と直接に電気的に接続され、他方はトランジスタ（スイッチング素子、図示せず）を介してMTJ素子10と接続されている。

【0089】ビット線8とワード線7とに電流をそれぞれ流すことで、図10(b)に示すように、メモリ層1である強磁性層14には各電流によって発生する各磁界8a・7aが合成され、合成磁界31が生じる。強磁性層14は、合成磁界31の方向に磁化した後、電流を切ると磁化容易軸方向に回転し戻る。磁化容易軸の何れの方向に戻るかは回転に要するエネルギーが最小となるよう、合成磁界31の方向と、強磁性層14の磁化容易軸との角度差が少ない方向に回転する。

【0090】したがって、合成磁界31と磁化容易軸との角度が90度の場合には、磁化方向は何れに回転するか不安定であり、所望する方向に確実に向けることができない。

【0091】その上、各電流線であるビット線8とワー

ド線 7 の直交位置での合成磁界 31 を用いると、次のような困難な面もある。

【0092】① 磁化容易軸と合成磁界 31 の角度によりスイッチングに要する磁界強度は異なる。

【0093】② 合成磁界 31 の方向は各電流値および各電流線からの距離の双方により変化する。

【0094】③ 各 M T J 素子 10 間で、磁化容易軸が異なる場合、M T J 素子 10 間で①の理由により小さな磁界で記録できる M T J 素子 10 と大きな磁界が必要となる M T J 素子 10 とが生じる。また、最悪の場合、何れの磁化容易軸も合成磁界 31 に対し、90 度の角度になることも考えられる (図 11 (a) および図 11 (b) 参照)。

【0095】④ 各 M T J 素子 10 間で各磁化容易軸が 90 度異なる場合、合成磁界 31 を、上記各磁化容易軸のそれぞれに対して 45 度に設定できれば、③のようなバラツキは生じないが、実際には②の理由により合成磁界 31 の方向を正確に制御するのは困難である。

【0096】特に本発明のように、磁化容易軸の異なる M T J 素子 10 で磁気メモリを構成する場合、情報を記録することはできても、③や④に記載の理由によって記録効率がよいとは言えない。

【0097】このため、本発明では、図 12 に示すように、ビット線 8 とワード線 7 とを M T J 素子 10 上の部分で互いに平行に配線し、各電流線であるビット線 8 およびワード線 7 と直交する方向で合成磁界 31 を得るように設定するのが望ましい。図 12 にビット線 8 とワード線 7 とを素子部で平行にした例を示す。

【0098】図 12 (b) に示すように、ビット線 8 とワード線 7 とによる各磁界 (H_b, H_w) の大きさが異なっても、合成磁界 31 の方向は電流方向に対して直交方向から変化しない。よって、上記構成では、前記の②や③の問題を回避できる。

【0099】図 13 (a) および図 13 (b) に、隣合う各 M T J 素子 10 間で磁化容易軸を 90 度異ならせた場合のビット線 8 とワード線 7 とを平行配線とした例を示す。

【0100】M T J 素子 10 の磁化容易軸は、各配線方向に対し直交方向となるように向けられており、合成磁界 31 の方向と合わせている。また、用いた強磁性層 14 については、ビット線 8 およびワード線 7 の一方による磁界では、磁化方向が変化せず、上記双方による合成磁界 31 では磁化方向が変化するように保磁力を設定すればよい。

【0101】このように平行配線を用いることで、電流線であるビット線 8 およびワード線 7 の方向と合成磁界 31 の方向とが一義的に設定される (直交方向) ので、磁化容易軸に対して合成磁界 31 の方向を、より確実に一致させることができ、記録電流の低減化が図れると共に、上記記録電流の精度に関する自由度 (許容範囲) を

大きくできて、書き込みを安定化できる。

【0102】

【発明の効果】本発明に係る磁気メモリは、以上のように、面内の一方向に磁化配向する磁性層を有し、該磁性層の磁化の向きを情報として用いる磁気メモリ素子が略格子状に配されてなる磁気メモリにおいて、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向が互いに異なる構成である。

【0103】それゆえ、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界が、上記漏洩磁界が流入する側の磁気メモリ素子の磁性層の磁化を打ち消す方向に大きく作用することを抑制することができるので、上記漏洩磁界による反磁界の影響を低減し、上記磁性層に記録された磁化状態が従来よりも安定に存在する磁気メモリを提供することができるという効果を奏する。

【0104】また、本発明にかかる磁気メモリは、以上のように、上記磁気メモリ素子の平面形状が長方形形状であり、その長手方向に磁化容易軸がある構成である。

【0105】それゆえ、複雑な構造を必要とすることなく、その長手方向を磁化容易軸とすることができ、隣合う磁気メモリ素子の磁化容易軸の軸方向を容易に異ならしめることができる。また、上記の構成によれば、上記磁気メモリ素子の磁性層の磁極は、その長手方向端部 (短辺部) に生じるので、磁極の面積が減少すると共に、磁極間の距離が長くなるので、反磁界の影響をより低減することができる。さらに、上記の構成によれば、磁気メモリ素子の微細化に伴って形状効果も増加するので、より高い集積度の磁気メモリを実現することができるという効果を併せて奏する。

【0106】また、本発明にかかる磁気メモリは、以上のように、各磁気メモリ素子の中心位置が直線状に並ぶように配されている構成である。

【0107】それゆえ、各磁気メモリ素子の磁性層における中心位置から離れた位置においても、隣合う磁気メモリ素子の磁性層から流入する漏洩磁界のうち、磁化を弱める成分と、磁化を強める成分とのバランスをとることができ、上記漏洩磁界による反磁界の影響を低減することができるという効果を奏する。

【0108】また、本発明にかかる磁気メモリは、以上のように、上記磁気メモリ素子が磁気トンネル接合素子である構成である。

【0109】それゆえ、磁気メモリ素子として異方性磁気抵抗効果素子や巨大磁気抵抗効果素子を用いた場合と比較して、低磁場で安定した記録を行うことができる磁気メモリを提供することができるという効果を奏する。

【0110】本発明にかかる磁気メモリは、以上のように、さらに、基板上に斜面部が形成され、磁気メモリ素子が、上記斜面部上に形成され、かつ、上記斜面部の面方向と平行方向に磁化容易軸を有している構成である。

【0111】上記構成によれば、基板上の斜面部に磁気

メモリ素子を形成することにより、磁気メモリ素子の基板上での占有形状(投影面積形状)を、例えば正形状に設定することができるから、上記磁気メモリ素子を基板上に最密に配置できて、磁気メモリ素子の形成密度を向上できるという効果を奏する。

【0112】本発明の磁気メモリの製造方法は、以上のように、上記斜面部を有する磁気メモリの製造方法であって、磁気メモリ素子が配置される位置に、隣り合う位置で異なる方向に傾斜する斜面部をそれぞれ基板上に形成する工程と、上記各斜面部に磁性層をそれぞれ成膜する工程と、各斜面上の各磁性層を磁気メモリ素子の形状に加工する工程とを含む方法である。

【0113】上記方法によれば、磁気メモリ素子を基板上に最密に配置できて、磁気メモリ素子の形成密度を向上した磁気メモリを安定に製造することができるという効果を奏する。

【0114】本発明の磁気メモリの他の製造方法は、以上のように、互いに異なる位置に、磁気メモリ素子となる、第1の磁性層と、第2の磁性層とを、互いに異なる方向の磁界中でそれぞれ成膜する方法である。

【0115】上記方法によれば、第1の磁性層と第2の磁性層とを互いに異なる方向の磁界中でそれぞれ成膜することにより、隣り合う各磁気メモリ素子の間での磁化容易軸を互いに異なる設定することを安定化できるので、情報が記録された各磁気メモリ素子の磁化方向を安定化できるという効果を奏する。

【0116】本発明にかかる磁気メモリは、以上のように、さらに、磁気メモリ素子に対する各書き込み線が、磁気メモリ素子と重なる部分で互いに異なる方向に配線されている構成である。

【0117】上記構成によれば、磁気メモリ素子が略格子状に配されているので、磁気メモリ素子に対する各書き込み線を、略格子状に沿って、それぞれ直線状に設定できるので、上記各書き込み線を設定を容易化できるという効果を奏する。

【0118】本発明にかかる磁気メモリは、以上のように、さらに、磁気メモリ素子に対する各書き込み線が、磁気メモリ素子と重なる部分において同一方向に配線されている構成である。

【0119】上記構成によれば、各書き込み線による合成磁界は、各書き込み線に通電される電流値の違いや、各書き込み線の配置とは無関係に一方に設定できるので、上記各書き込み線による情報の書き込みを安定化できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態に係る磁気メモリにおける磁気メモリ素子の形状と配置とを模式的に示す説明図である。

【図2】本発明の一実施の形態に係る磁気メモリの初期化方法を示す説明図である。

【図3】本発明の一実施の形態に係る磁気メモリへの記録方法を示す説明図である。

【図4】図1に示す磁気メモリ素子の構成例を示す図である。

【図5】上記磁気メモリにおける、各磁気メモリ素子の磁化容易軸の他の設定例を模式的に示す説明図である。

【図6】上記磁気メモリにおける、各磁気メモリ素子の、さらに他の変形例を示す説明図である。

【図7】上記の変形例を示すための基板の模式断面図であって、(a)は溝を形成した場合、(b)は凸部を形成した場合を示す。

【図8】上記磁気メモリにおける、各磁気メモリ素子の、さらに他の変形例を、製造方法に基づいて示す説明図であって、(a)は、互いに磁化容易軸が異なる各磁気メモリ素子の一方を示し、(b)は、他方を示す。

【図9】上記変形例の製造方法を、各工程(a)～(f)にて示す各工程図である。

【図10】上記磁気メモリにおいて、ビット線とワード線とを互いに直交するように配置したときの、上記ビット線とワード線とによる各磁界、およびそれらの合成磁界の説明図であって、(a)は断面模式図であり、(b)は平面模式図である。

【図11】上記磁気メモリにおいて、磁化容易軸と合成磁界との角度の影響を示す説明図であって、(a)は上記角度が小さい場合、(b)は上記角度が大きい場合を示す。

【図12】上記磁気メモリにおいて、ビット線とワード線とを互いに平行となるように配置したときの、上記ビット線とワード線とによる各磁界、およびそれらの合成磁界の説明図であって、(a)は断面模式図であり、(b)は平面模式図である。

【図13】上記磁気メモリにおいて、ビット線とワード線とを互いに平行となるように配置したときの、上記ビット線とワード線の配線図であって、(a)は、ビット線を示し、(b)はワード線を示す。

【図14】一般的なMTJ素子の構成例を示す図である。

【図15】(a)・(b)は、図14に示すMTJ素子の動作を示す説明図であり、(a)は該MTJ素子の初期状態の磁化方向を示し、(b)は、該MTJ素子の磁界印加時の磁化方向を示す。

【図16】従来の磁気メモリにおける磁気メモリ素子の形状と配置とを模式的に示す説明図である。

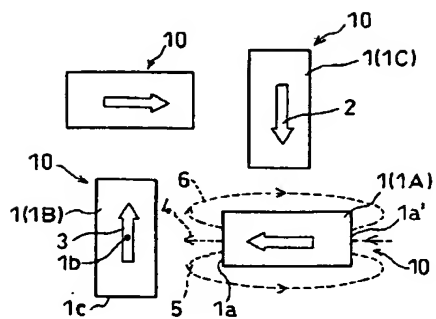
【符号の説明】

- 1 メモリ層(磁性層)
- 1b 中心位置
- 7 ワード線
- 8 ビット線
- 10 MTJ素子(磁気メモリ素子)
- 12 強磁性層(磁性層)

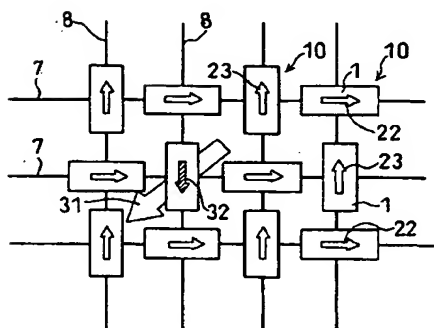
14 強磁性層 (磁性層)

19

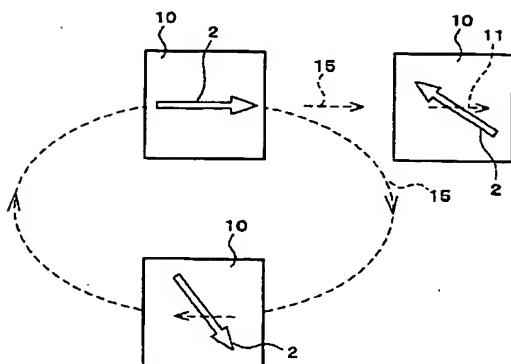
【図1】



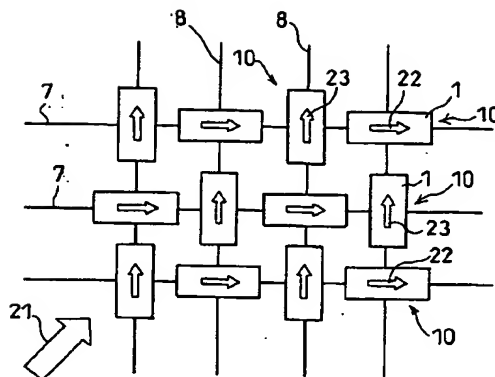
【図3】



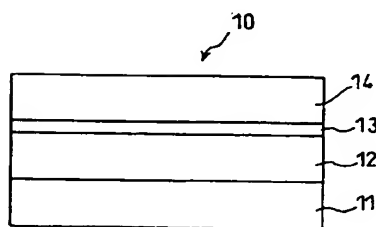
【図5】



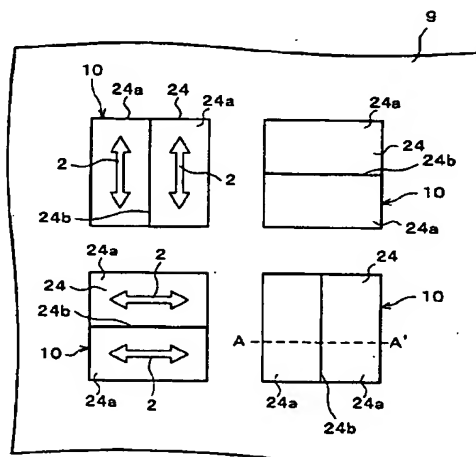
【図2】



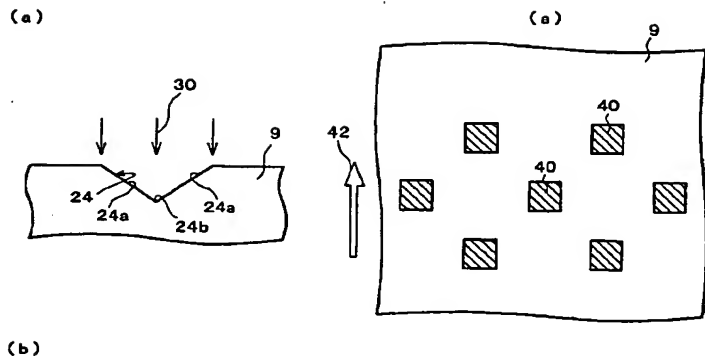
【図4】



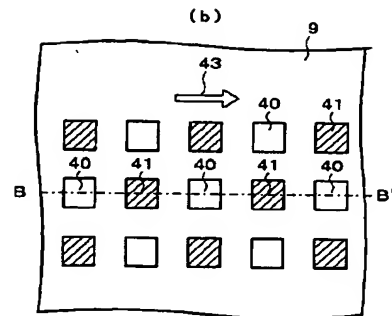
【図6】



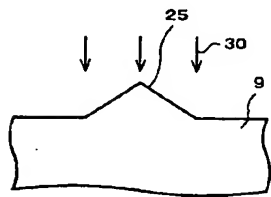
【図7】



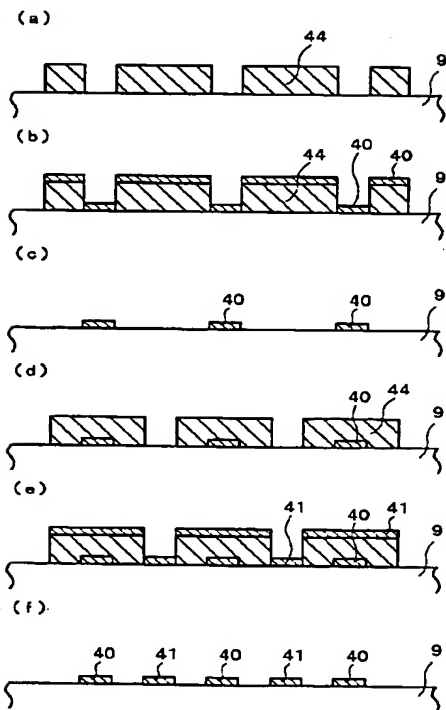
【図8】



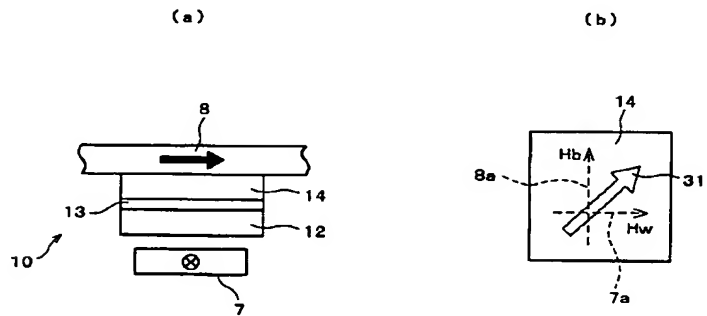
(b)



【図9】



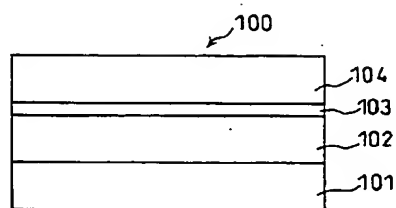
【図10】



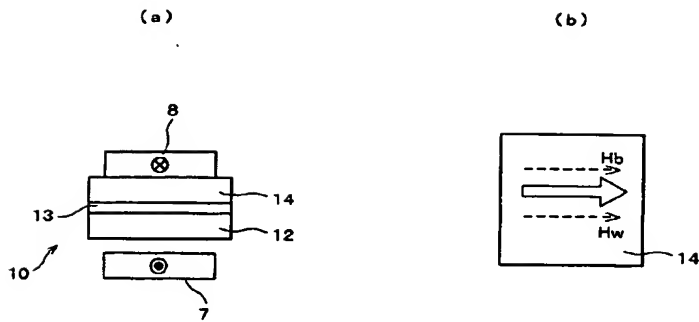
【図11】



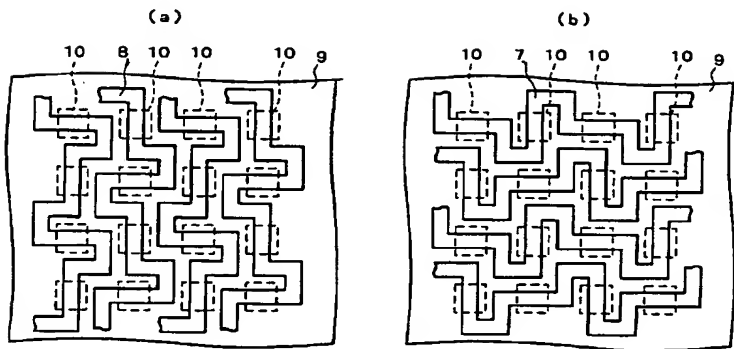
【図14】



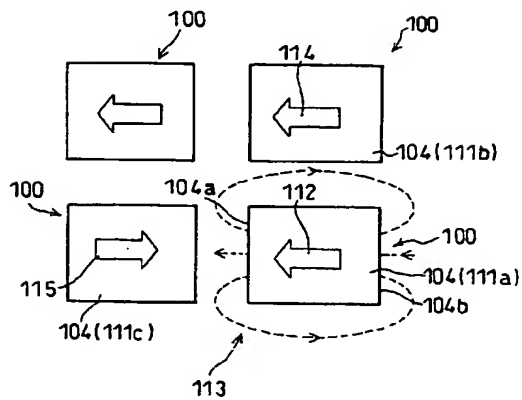
【図 12】



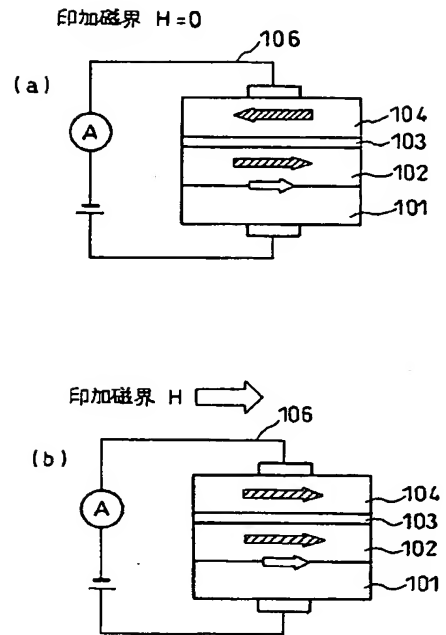
【図 13】



【図 16】



【図 15】



フロントページの続き

(72)発明者 道嶋 正司

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内

(72)発明者 林 秀和

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ
ャープ株式会社内